

Helsinki 31.5.2004

BEST AVAILABLE COPY
PCT / F / 2004 / 050049

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 24 JUN 2004

WIPO

PCT



Hakija
Applicant

Liekki Oy
Lohja

Patenttihakemus nro
Patent application no

20030602

Tekemispäivä
Filing date

22.04.2003

Kansainvälinen luokka
International class

C03B 37/018

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä hiukkasten varaamiseksi materiaalin valmistusprosessissa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetus-
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

MENETELMÄ HIUKKASTEN VARAAMISEKSI MATERIAALIN VALMISTUSPROSESSISSA

- 5 Keksinnön kohteena on menetelmä hiukkasten varaamiseksi, joita hiukkasia käytetään materiaalin muokkaamiseen, jossa menetelmässä ainakin syötetään kaasumaista lähtöainetta sekä syötetään hapettavaa kaasua lähtöaineeseen. Lisäksi keksinnön kohteena on hiukkasten varauslaite hiukkasten muodostamiseksi, joka varauslaite käsittää ainakin kanavan kaasumaisen lähtöaineen syöttämiseksi, kanavan hapettavan kaasun syöttämiseksi sekä varauselimen.

- 15 Optinen kuitu muodostetaan tyypillisesti vetämällä kuitua kuitupreformista eli kuituaihiosta kuidunvetotornissa. Valmiin kuidun ominaisuudet määräytyvät osaltaan kuidunvedossa käylettävän kuituaihion ominaisuuksien perusteella. Kuituaihion ominaisuudet puolestaan määräytyvät mm. käylettävästä valmistusmenetelmästä ja käylettävistä valmistusaineista. Kuituaihio voidaan muodostaa usealla eri tavalla ja kerroksittain tapahtuvan kasvattavan muodostuksen yhteydessä käylettään usein erilaisia aineita, joilla muokataan kuituaihion eri kerroksiin erilaisia ominaisuuksia.

- 25 Esimerkiksi MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition) – menetelmässä kaasumaiset ja höyrymäiset raaka-aineet tuodaan lasityösooryn leukoihin kiinnitetyn puhtaan kvartsiputken (eli perusputken) sisälle pyörivän liitoksen kautta. Nestemäisten raaka-ainesten höyrystämiseen käytetään erityisesti tarkoitukseen suunniteltuja astiloita, joihin tunnetaan kantokaasua alaosaan ja astian yläosasta johdetaan kanto-kaasun ja höyryn sekoitus prosessiin. Tyypillisesti käytettyjä nestemäisiä raaka-aineita, joilla on riittävän korkea höyrynpaine huoneenlämmössä, ovat kvartsilasin pääraaka-aine plitetrakloridi (SiCl_4), taitekerrointa kasvattava germaniumtetrakloridi (GeCl_4) sekä lasin viskositeettia laskeva ja siten sintrausta helpottava fosforihappitrikloridi (POCl_3). Lisäksi voidaan käyttää taitekerrointa laskevia kaasuja kuten rikkiheksafluoridia (SF_6) tai muita apukaasuja, kuten kasvatusnopeutta parantavaa heliumia. Kvarisipulkea lämmitetään ulkopuolelta edestakaisin liikkuvaan kelkkaan kiinnitetyllä happi/vety polttimolla 1600-1800 °C

5 lämpötilaan. Putken sisällä virtaavat höyryt ja kaasut reagoivat hapen kanssa muodostaen hyvin hienojakoista lasipölyä. Polttimen liikkuessa kaasun virtauksen suuntaisesti etenevä poltin sintraa termoforeesin vaikutuksesta polttimen alavirran puolelle putken seinämille kasvavan
 10 ohuen huokoisen lasikerroksen. Polttimen kelkan saavuttaessa toisen pään, palaa se pikaliikkeellä lähtöpiisteeseen. Lasikerroksia kasvatetaan kuitutyypistä riippuen 20-100 kappaletta. Kun kaikki tarvittavat lasikerrokset on kasvatettu, nostetaan putken lämpötila työskentely (pehmenemis-) lämpötilan yläpuolelle noin 2000-2200 °C:een, jolloin
 15 putki "romahtaa" pintajännityksen ja paine-eron vaikutuksista kiinteäksi lasitangoksi.

On tunnettua varata sähköisesti kuituaihion uusien kerrosten muodostamiseen käytettävät hiukkaset. Hiukkaset varataan yleensä siksi, että
 15 sähköstaattisia voimia voidaan käyttää hyväksi hiukkasten keräämisen tehostamiseksi. Hiukkasten samanmerkkisellä varaamisella voidaan lisäksi vähentää hiukkasten yhteenkerääntymistä. Hiukkasten yhteenkerääntyminen saattaa lisätä hiukkasista muodostetun materiaalikerroksen huokoisuutta ja vaikeuttaa mahdollista sintrausprosessia. Eräs
 20 varattujen hiukkasten käyttöön perustuva menetelmä on esitetty patenttijulkaisussa US 6,003,342, josta tunnetaan kuituaihion valmistusmenetelmä, jossa runkorakenteena toimivan perussauvan pinnalle kasvatetaan uusia kerroksia sähköstaattisesti. Menetelmässä kerroksen muodostavat lasihiukkasia muodostavat ainesosat ohjataan
 25 kanavia pitkin polttimelle, jonka jälkeen hiukkaset varataan polttimessa olevalla varauselimellä. Suuttimella hiukkaset ohjataan kohti vastaelektrodia sekä perusrakenteen pintaa kohti. Kyselyllä toteutuksella varausten jakautuminen hiukkasiin on epätasainen ja varattujen hiukkasten tuotto jää heikohkoksi.

30 Nyt esillä olevan keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on esittää menetelmä käytettäväksi materiaalin ja erityisesti optisen materiaalin valmistuksessa, jolla menetelmällä sähkövaraus saadaan jakautumaan tasaisesti koko hiukkasvirtaukseen.

35

- Tämän tarkoituksen toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, että hapettava kaasu varataan sähköisesti ennen lähtöaineeseen syöttämistä, ja lähtöaine sekä hapettava kaasu muodostavat varautuneita hiukkasia. Keksinnön mukaiselle
- 5 varauslaitteelle on puolestaan pääasiassa tunnusomaista se, että varauselin on järjestetty varaamaan sähköisesti hapettava kaasu, ja hapettavan kaasun kanava on yhteydessä varauselimen jälkeen tilaan, johon lähtöainetta syöttävä kanava on yhteydessä, sähköisesti varautuneiden hiukkasten muodostamiseksi.
- 10 Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.
- Keksinnön perusajatuksena on muodostaa materiaalin ja erityisesti monikomponenttioksidimateriaalin, kuten esimerkiksi kytuaaihioin ja bariumtitanaatin ($\text{BaTiO}_3:n$), valmistusprosessissa käytettäviin hiukkasiin sähkövaraus hiukkasten muodostamisen yhteydessä. Hiukkaset muodostetaan saattamalla prosessissa eri kaasumaisia aineksia toistensa kanssa yhteen. Keksinnön mukaisesti sähkövaraus aikaansaadaan
- 15 muodostamalla hiukkanen ainakin yhdestä sähköisesti varatusta kaasumaisesta aineesta, joka on sopivimmin hapettava kaasu, kuten esimerkiksi ilma, O_2 , H_2O_2 , H_2O ja CO_2 , joka hapettaa kaasumaisessa muodossa olevan lähtöaineen.
- 20 Lähtöainevirtaus ja hapettavan kaasun virtaus on edullista saattaa yhteen ohjaamalla virtausuuttimella hapettava kaasu lähtöainevirtaukseen. Virtausuuttimella hapettava kaasu ja siinä oleva sähkövaraus tuodaan juuri siihen prosessin vaiheeseen, jossa hiukkaset muodostuvat. Tällöin varaus jakautuu tasaisesti muodostuvaan hiukkasvirtaukseen ja lisäksi varauksella on mahdollisimman pitkä aika siirtyä
- 25 kaasusta muodostuvaan hiukkaseen.
- Hapettavan kaasun varaaminen suoritetaan keksinnön edullisessa suoritusmuodossa virtausuuttimessa koronavarauksella. Kyseinen varaaminen mahdollistaa samanaikaisesti suuret varausiheydet, tasaisen varauskentän sekä läpilyöntialttiuden minimoinnin. Eräissä edullisissa
- 30

suoritusmuodossa virtaussuuttimen läpi ja varauselimen kautta virtaavan kaasun nopeus on erittäin suuri, jolla on puolestaan edullinen vaikutus koronapurkaukseen. Suuri virtausnopeus koronakärjen kohdalla on erittäin edullinen varaamisen kannalta, sillä tällöin mm. syntyvät ionit kulkeutuvat nopeasti pois koronan läheisyydestä. Tämä ionien aiheuttaman tilavarauksen poispuhallus vähentää koronaelektrodin ympärille muodostuvaa purkausta vaimentavaa sähkökenttää ja edelleen siten tarvittavaa koronajännitettä. Pienentynyt jännitetarve vähentää puolestaan piirkauksen ylläpitämiseen tarvittavaa sähkötehoa. Varaamalla

5
10

kaasu virtaussuuttimessa vähennetään lisäksi varauksen siirtymistä rakenteisiin, verrattuna tilanteeseen, missä varaus tuotetaan ennen suutinta.

Keksinnön mukaisella hiukkasmuodostukseen osallistuvan kaasun varauksella aikaansaadaan erittäin tasainen varausjakauma muodostuvassa hiukkasvirtauksessa.

15

Lisäksi eräs toinen keksinnön suoritusmuoto mahdollistaa suuret varaustiheydet ja siten myös suuret varaustuotot, joilla on erittäin edullinen vaikutus kokonaisprosessille.

20

Keksinnön mukaisen menetelmän on todettu käytännössä toimivan erittäin hyvin optisen kuitupreformin valmistuksen yhteydessä. Lisäksi samaa menetelmää voidaan käyttää myös muiden tuotteiden valmistamiseen. Edullisessa suoritusmuodossa valmistettava materiaali on monikomponenttioksidista, kuten esimerkiksi bariumtitanaattia. Menetelmää voidaan myös käyttää erilaisten materiaalien seostamiseen toisilla aineilla, kuten esimerkiksi titaanioksidirakentoon (TiO_2) seostamiseen.

25

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaamalla oheisiin periaatteellisiin piirustuksiin, joissa

30

kuva 1 esittää keksinnön mukaisesti sähköisesti varattujen hiukkasten muodostuksen erästä suoritusmuotoa,

35

- kuva 2 esittää keksinnön mukaisen hiukkastenmuodostuslaitteiston erästä suoritustapaa,
- 5 kuva 3a esittää keksinnön mukaisen hiukkastenmuodostuslaitteiston erästä suoritustapaa poikkileikkauksena,
- kuva 3b esittää kuvan 3a hiukkastenmuodostuslaitteistoa edestä,
- 10 kuva 4a esittää keksinnön mukaisen hiukkastenmuodostuslaitteiston erästä toista suoritustapaa poikkileikkauksena,
- kuva 4b esittää kuvan 4a hiukkastenmuodostuslaitteistoa edestä, ja
- 15 kuva 5 esittää keksinnön mukaisen hiukkastenmuodostuslaitteiston erästä suoritustapaa erään kuiturakenteen muokauslaitteisto yhteydessä.
- 20 Piirustuksissa on esitelty selvyyden vuoksi vain keksinnön ymmärtämisen kannalta tarpeelliset yksityiskohdat. Keksinnön ymmärtämisen kannalta tarpeettomat, mutta ammattimiehelle selvät rakenteet ja yksityiskohdat on jätetty kuvista pois keksinnön ominaispiirteiden korostamiseksi.
- 25 Keksinnön mukaisesti sähkövaraus tuodaan lähtöaineen kanssa reagoivan kaasun mukana hiukkasmuodostukseen siinä prosessin vaiheessa missä tapahtuu lähtöaineen hapettuminen ja siten hiukkasten muodostuminen. Edullisesti sähkövaraus tuodaan prosessiin lähtöaineen kanssa reagoivan hapettavan kaasun, kuten esimerkiksi hapen, ilman tai hiilidioksidin, mukana. Varaus, joka voi olla joko positiivinen tai negatiivinen, alkaansaadaan kaasuun sopivalla varausmenetelmällä ja laitteella, joka on sopivimmin koronavaraaja, jolla saadaan tasainen ja tehokas varaustuotto kaasuvirtaukseen.
- 35 Kuvassa 1 on esitetty periaatteellisesti keksinnön mukainen sähköisesti varautuneiden hiukkasten M1 muodostaminen. Esimerkissä hiukkasia

M1 muodostetaan kaasumaisessa olomuodossa olevista piitetrakloridista M2 (SiCl_4) ja hapesta M3 (O_2), josta muodostuu mm. piidioksidia (SiO_2) sisältäviä hiukkasia. Tyypillisesti prosessissa käytetään useampia alnesosia, jolloin myös muodostuvia aineita on useampia. Esimerkki on yksinkertainen sen takia, että keksinnön perusajatus tulee selvästi esiin.

Esimerkin mukaisessa suoritusmuodossa varataan prosessin hapettava kaasu M3 eli happi positiivisesti. Varaus suoritetaan sopivimmin oleellisesti juuri ennen hapen M3 johtamista piitetrakloridivirtaukseen M2. Varaamalla kaasu M3 juuri ennen reaktiota R, vähennetään varauksen siirtymistä muualle kuin muodostuviin hiukkasiin M1. Syöttämällä varautunut kaasu M3 mahdollisimman suurella virtausnopeudella (noin 100 m/s) varaamattomaan kaasuvirtaukseen M2, tehostetaan edelleen varauksen siirtymistä reaktiossa R muodostuviin hiukkasiin M1 sekä saadaan varaus jakautumaan mahdollisimman tasaisesti koko hiukkaskokoon.

Tyypillisesti kaasujen varaamiseen käytetään koronavaraajaa, jolla varaaminen onnistuu vain suhteellisen alhaisissa lämpötiloissa ja esimerkiksi ilman varaaminen yli 600 °C:een lämpötiloissa on erittäin hankalaa ja käytännössä mahdotonta. Tämän takia on edullista varata kaasu huoneenlämpöisenä. Keksintö ei ole kuitenkaan riippuvainen varattavan kaasun M3 lämpötilasta. Varaus voidaan edullisessa suoritusmuodossa tuoda kaasuun M3 alhaisessa lämpötilassa riippumatta siitä, missä lämpötilassa varaamaton kaasuvirtaus M2 ja/tai hiukkaset M1 ovat. Sähköisesti varautuneiden hiukkasten M1 lämpötila voi myöhemmin tuotteen valmistukseen liittyvissä eri työvaiheissa nousta huomattavasti ja tyypillisesti lämpötila kultuaihlon valmistukseen liittyvässä termisessä reaktiossa on yli 1000 °C, erilaisten polttimien liekeissä jopa yli 3000 °C.

Kuvassa 2 on esitetty eräs keksinnön mukaisen hiukkastenmuodostuslaitteiston 1 edullinen suoritusmuoto, joka käsittää kaasuvirtauksen syöttämistä varten pääkanavan 2 ja virtaussuuttimia 3. Hiukkastenmuodostuslaitteiston 1 pääkanavassa 2 virtaa lähtöainevirtaus M2, ku-

ten esimerkiksi piftetrakloridia (SiCl_4), josta muodostuu keksinnön mukaisesti sähköisesti varautunut hiukkasvirtaus M1 pääkanavan loppuosassa. Kyseinen hiukkasmuodostuminen R tapahtuu pääasiallisesti virtaussuutinten 3 jälkeen. Virtaussuutin 3, jonka kautta pääkanavaan 2 johdetaan hapettava kaasun M3 ja joita voi olla yksi tai useampia, on järjestetty pääkanavan seinämiin. Virtaussuutinten 3 lukumäärällä, sijoittelulla ja suuntaamisella vaikutetaan mm. siihen kuinka hapettava kaasun M3 oskottuu lähtöaineeseen M2. Virtaussuuttimia 3 on edullista sijoittaa pääkanavan 2 akselin ympärille, kuten esimerkissä. Joissain suoritusmuodoissa on edullista sijoittaa useita virtaussuuttimia 3 peräkkäin pääkanavan 2 akselin suuntaisesti.

Keksinnön mukaisesti hapettava kaasun M3 on sähköisesti varattu ennen pääkanavaan 2 siirtymistä. Kaasun M3 varaaminen voidaan suorittaa keksinnön perusajatus säilyttäen usealla eri tavalla ja erilaisella varaajalla. Sopivimmin kaasun M3 varaus perustuu koronavaraukseen, kuten kuvassa 2 on esitetty. Kuvassa esitetty eräs edullinen varauselimen 4 suoritusmuoto käsittää virtaussuuttimen 3 sisäosaan kaasun virtaustilaan sijoitetun koronakärjen 5, jonka vastaelektrodiksi on järjestetty virtaussuuttimen seinämien muotoinen elektrodirakenne 6, joka on sopivimmin osa virtaussuutinta ja sen pinta muodostaa virtaussuuttimen sisäseinämän. Kaasuvirtauksen M3 kulkiossa kyseisen varauselimen 4 kautta, varautuu se sähköisesti. Koronavarauksen mahdollistaa samanaikaisesti suuret varausitiheydet, tasaisen varauskentän sekä läpilyöntitihtiuden minimoinnin. Koronavaraja 4 mahdollistaa lisäksi kaasun M3 varauspotentiaalin muuttamisen helposti positiivisen ja negatiivisen varausiason välillä. Tällöin voidaan yhdellä hiukkastenmuodostuslaitteistolla 1 tuottaa sekä positiivisesti että negatiivisesti varattuja hiukkasia M1.

Virtaussuuttimessa 3 on edullista käyttää erittäin suurta kaasun M3 virtausnopeutta, edullisesti 80-300 m/s, jolla on edullinen vaikutus koronapurkaukseen ja kaasun varautumiseen. Suuri kaasun M3 virtausnopeus koronakärjen 5 kohdalla on erittäin edullinen varaamisen kannalta, sillä tällöin mm. syntyvät ionit kulkeutuvat nopeasti pois koronan läheisyydestä. Tämä ionien aiheuttaman tilavarauksen poispuhallus

vähentää koronaalektrodin 5 ympärille muodostuvaa purkausta vaimentavaa sähkökenttää ja edelleen siten tarvittavaa koronajännitellä. Kaasun M3 suuri virtausnopeus varaajan 4 koronakärjen 5 kohdalla mahdollistaa mm. varaajassa tarvittavan jännitteen alentamisen verrattuna pienempään virtausnopeuteen. Esimerkiksi syöttämällä happea sisältävää kaasua M3 noin 100 m/s virtausnopeudella voidaan koronakärjen 5 varausjännitteenä käyttää noin 3 kV:ia. Sopivalla virtaus-suuttimen 3 muotoilulla ja riittävän korkeita syötettävän kaasun M3 painetta käyttäen voidaan syötettävän kaasun nopeus nostaa jopa yli äänennopeuden, jolloin tarvittavaa koronajännitettä voidaan edelleen laskea.

Kuvan 2 esittämässä esimerkissä on esitetty eräs virtaussuuttimen 3 suoritusmuoto koronakärjen 5 ohittavan kaasun M3 nopeuden nostamiseksi. Mainitussa suoritusmuodossa on virtaussuuttimen 3 seinämät muotoiltu siten, että kaasun M3 virtauskanava kapenee oleellisesti koronakärkeen 5 päin mentäessä, jolloin kaasun virtausnopeus nousee kyseisessä kohdassa verrattuna kaasun aikaisempaan nopeuteen. Kanavan kaventamisen suuruus riippuu mm. käytettävästä kaasun M3 paineesta sekä virtaussuuttimelle 3 tulevan kaasun virtausnopeudesta.

Keksinnön perusajatuksen mukaisesti virtaussuuttimesta 3 johdetaan lähtöainevirtaukseen M2 varattua hapettavaa kaasua M3. Täten kaasun M3 varaaminen on mahdollista myös ennen virtaussuutinta 3, mutta on edullista varata kaasu virtaussuuttimessa, koska tällöin vähennetään varauksen siirtymistä rakenteisiin, verrattuna tilanteeseen, missä varaus tuotetaan ennen virtaussuutinta.

Kuvapareissa 3a ja 3b sekä 4a ja 4b on esitelty eräitä varauslaitteen 1 suoritusmuotoja, joissa samasta suutinrakenteesta syötetään ensimmäistä ja toista ainetta, kuten esimerkin kuvassa lähtöainetta M2 sekä hapettavaa kaasua M3. Ensimmäiselle aineelle on suuttimeen muodostettu sisempi kanava 7 ja toiselle aineelle on muodostettu sisempää kanavaa kiertävä ulompi kanava 8. Ensimmäisessä kanavassa 7 samoin kuin toisessa kanavassa 8 voidaan syöttää sovellyskohtaisesti joko lähtöainella M2 tai hapettavaa kaasua M3 tai jotain muuta ainetta.

On myös mahdollisuus muodostaa suuttimeen useampia kanavia, jolloin samasta suuttimesta on mahdollista syöttää myös useampia aineita. Kyseiset varauslaitteet 1 ovat erityisen edullisia erilaisissa liekkiprosesseissa, koska suutin toimii sähköisesti varaavana polttimena, kun sen kautta syötetään polttoainetta.

10 Kuvaparissa 3a ja 3b on suuttimen sisempään kanavaan 7, josta syötetään hapettavaa kaasua M3, järjestetty varauselin. Varauselin käsittää esimerkissä koronaelektrodin 5 ja sen vastaelektrodin 6. Tällöin sisemmän kanavan 7 kautta syötettävä hapettava kaasu M3 varautuu sähköisesti ja varaus siirtyy ainevirtauksen mukana suuttimen ulkopuolella hapettavasta kaasusta ja lähtöaineesta M2 muodostuviin hiukkasiin.

15 Kuvaparissa 4a ja 4b on puolestaan suuttimen ulompaan kanavaan 8, josta syötetään hapettavaa kaasua M3, järjestetty varauselin. Kyseinen varauselin käsittää esimerkissä useita koronaelektrodeja 5 ja niiden vastaelektrodeja 6. Kyseisessä suorituserityksessä ulommasta kanavasta 8 aukeaa ulospäin useita suuaukkoja 9, jolla on ainevirtauksen tasaiseen varautumiseen odullinen vaikutus. Suorituserityksen mukaisen suuttimen ulomman kanavan 8 kautta syötettävä hapettava kaasu M3 varautuu näin sähköisesti ja varaus siirtyy ainevirtauksen mukana suuttimen ulkopuolella hapettavasta kaasusta ja lähtöaineesta M2 muodostuviin hiukkasiin.

25 Hiukkastenmuodostuslaitteiston 1 jälkeen keksinnön mukaisesti muodostetut sähköisesti varautuneet hiukkaset M1 johdetaan jatkoprosessiin. Esimerkiksi varattuja lasihiukkasia M1 voidaan johtaa vastakkaisesti varatun kuiturakenteen P pintaan ja näin kasvattaa kuiturakennetta. Kokonaisprosessin kannalta onkin edullista, että hiukkasten M1 keksinnön mukainen muodostaminen suoritetaan muun prosessin välittömässä läheisyydessä, jolloin hiukkasten varaus säilyy hyvin. Tyypillisesti varatut hiukkaset M1 siirretään hiukkastenmuodostuslaitteistolta jatkoprosessiin kaasua ja hiukkasia sisältävän virtauksen avulla.

- Kuvassa 5 on esitetty esimerkkinä eräs kuiturakenteen P muokkauslaitteisto 10, kuten esimerkiksi lasisorvi, jossa kuituaihion osan muodostava perusputki P on sijoitettu termistä prosessia varten lasisorviin. Kyseinen terminen prosessi on osa kuituaihion P valmistusta. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa perusputki P järjestetään pyöriväksi pitkittäisakselinsa suhteen. Perusputkea P on järjestetty kuumentamaan kuumennuselin 11, kuten esimerkiksi poltin tai uuni, joka on esimerkissä sovitettu liikkumaan perusputken pituusakselin suuntaisesti. Kuumennuselimellä 11 suoritetaan tarvittaessa perusputken P kasvatuksen aikainen lämmittäminen, sekä perusputken sintraus sekä kollapsointi. Kuumennuselimelle 11 tuodaan sopiva polttokaasu sekä mahdolliset muita termisessä prosessissa käytettäviä kaasuja.
- Keksinnön mukaisella hiukkastenmuodostuslaitteistolla 1 muodostetut sähköisesti varautuneet hiukkaset M1 syötetään kaasua ja hiukkasia sisältävänä virtauksena perusputken P sisään. Perusputkeen P on järjestetty hiukkasten M1 suhteen vastakkainen varaus, jonka vaikutuksesta varautuneet hiukkaset hakeutuvat perusputkon sisäpintaan. On myös mahdollista sijoittaa vastaelektrodi perusputken P ulkopuolelle, jolloin hiukkaset M1 hakeutuvat kohti vastaelektrodia ja sijoittuvat perusputken sisäpinnalle. Sisäpinnalle sijoilluvista hiukkasista M1 muodostuu kuiturakenteeseen P uusia kerroksia, joita voidaan kasvattaa useita päällekkäin
- Keksinnön mukainen hiukkasten M1 sähköinen varaaminen ei ole kuitenkaan riippuvainen edellä esitetystä sovelluksesta. Keksinnön mukainen varattujen hiukkasten M1 muodostaminen ja hiukkasten avulla tapahtuva kerrosten kasvattaminen voidaan suorittaa erillään esitetystä termisistä prosessista ja esimerkiksi kollapsointia varten sähköstaattisesti kasvatettu rakenne voidaan järjestää erilliseen prosessiin. On kuitenkin usein tuotannollista syistä edullista toteuttaa prosessien yhdistäminen esimerkissä esitetyllä tavalla. Lisäksi varattuja hiukkasia M1 voidaan käyttää myös muuhun tarkoitukseen ja muissa laitteistoissa kuin esimerkissä mainitussa. Näissä laitteistoissa voidaan hiukkasten M1 kohteen mahdollinen varaaminen suorittaa usealla eri tavalla, kuten

edellä mainitulla kohteen suoralla varaamisella tai elektrodirakenteisiin perustuvilla ratkaisuilla.

5 On luonnollisesti selvää, että keksintö ei ole rajoittunut vain edellisissä esimerkeissä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan esimerkiksi lähtöaine M2 voi olla jokin muu kuin piitetrakloridi (SiCl_4), kuten esimerkiksi alumiinikloridi (AlCl_3).

10 Keksintö ei ole myöskään rajoittunut edellisissä esimerkeissä esitettyyn optisen kuitupreformin valmistukseen, joka on keksinnön eräs edullinen suoritusmuoto, vaan keksinnön mukaista menetelmää ja/tai laitetta voidaan soveltaa usean erilaisen materiaalin valmistuksessa. Edullisesti valmistettava materiaali on monikomponenttioksidista, kuten esimerkiksi bariumtitaanaattia. Menetelmää voidaan myös käyttää erilaisten
15 materiaalien seostamiseen toisilla aineilla, kuten esimerkiksi titaanioksidirakenteen seostamiseen.

Keksinnön edellä esitettyjen eri suoritusmuotojen yhteydessä esitettyjä toimitustapoja ja rakenteita eri tavoin yhdistelemällä voidaan aikaan-
20 saada erilaisia keksinnön suoritusmuotoja, jotka ovat keksinnön hengen mukaisia. Tämän vuoksi edellä esitettyjä esimerkkejä ei tule tulkita keksintöä rajoittavasti, vaan keksinnön suoritusmuodot voivat vapaasti vaihdella jäljempänä patenttivaatimuksissa esitettyjen keksinnöllisten piirteiden puitteissa.

25

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä hiukkasten (M1) varaamiseksi, joita hiukkasia käytetään materiaalin muokkaamiseen, jossa menetelmässä ainakin,
 - 5 - syötetään kaasumaista lähtöainetta (M2),
 - syötetään hapettavaa kaasua (M3) lähtöaineeseen (M2),
tunnettu siitä, että
 - hapettava kaasu (M3) varataan sähköisesti ennen lähtöaineeseen (M2) syöttämistä,
 - 10 - lähtöaine (M2) ja hapettava kaasu (M3) muodostavat varautuneita hiukkasia (M1).
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hapettava kaasu (M3) varataan suuttimessa (3), jolla kaasu ohjataan lähtöainetta (M2) käsittävään tilaan.
- 15 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hapettava kaasu (M3), jonka virtausnopeus on 80-300 m/s, varataan koronavaraajalla (4).
- 20 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muokattava materiaali on kuitupreformi tai muu monikomponenttiosidrirakenne tai titaanosidrirakenne.
- 25 5. Hiukkasten varauslaite (1) hiukkasten (M1) muodostamiseksi, joka varauslaite käsittää ainakin,
 - kanavan (2) kaasumaisen lähtöaineen (M2) syöttämiseksi,
 - kanavan hapettavan kaasun (M3) syöttämiseksi,
 - varauselimen (4,5),
 - 30 tunnettu siitä, että
 - varauselin (4,5) on järjestetty varaamaan sähköisesti hapettava kaasu (M3),
 - hapettavan kaasun (M3) kanava on ylilydessä varauselimen (4,5) jälkeen tilaan, johon lähtöainetta (M2) syöttävä kanava (2) on yhteydessä, sähköisesti varautuneiden hiukkasten (M1) muodostamiseksi.
 - 35

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, että varauselin (4,5) on koronavaraja.
- 5 7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, hapettavan kaasun (M3) kanava on yhteydessä lähtöaineen (M2) kanavaan (2) ainakin yhden suuttimen (3) välityksellä varatun hapettavan kaasun johtamiseksi lähtöaineen (M2) kanavaan (2).
- 10 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, että suutin (3) on muotoiltu siten kapenevaksi, että sen läpi virtaavan kaasun (M3) nopeus kasvaa.
- 15 9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 7-8 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, että suutin (3) käsittää varauselimen (4,5).
10. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, että varauslaite (1) käsittää lisäksi ainakin
- 20 - ensimmäisen kaasunsyöttökanavan (7), johon on järjestetty varauselin (5) kaasun varaamiseksi, ja
- toisen kaasunsyöttökanavan (8), joka ympäröi ensimmäistä kaasunsyöttökanavaa (7).
11. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen varauslaite (1), **tunnettu** siitä, että varauslaite (1) käsittää lisäksi ainakin
- 25 - ensimmäisen kaasunsyöttökanavan (7),
- toisen kaasunsyöttökanavan (8), joka ympäröi ensimmäistä kaasunsyöttökanavaa (7), ja
- 30 - toiseen kaasunsyöttökanavaan järjestetyn varauselimen (5) kaasun varaamiseksi.

(b/) Tiivistelmä

Menetelmä hiukkasten (M1) varaamiseksi, joita hiuk-
kasia käytetään materiaalin muokkaamiseen, jossa me-
netelmässä ainakin syötetään kaasumaista lähtöainetta
(M2) sekä syötetään hapettavaa kaasua (M3) lähtöai-
neeseen (M2). Hapettava kaasu (M3) varataan sähköi-
sesti ennen lähtöaineeseen (M2) syöttämistä, jonka jäl-
keen lähtöaine (M2) ja hapettava kaasu (M3) muodosta-
vat varautuneita hiukkasia (M1). Muokattava materiaali
on edullisesti monikomponenttioksidirakenne kuten opti-
nen kuitupreformi. Lisäksi keksintö kohdistuu menetel-
män toteuttavaan varauslaitteeseen.

Fig. 2

24

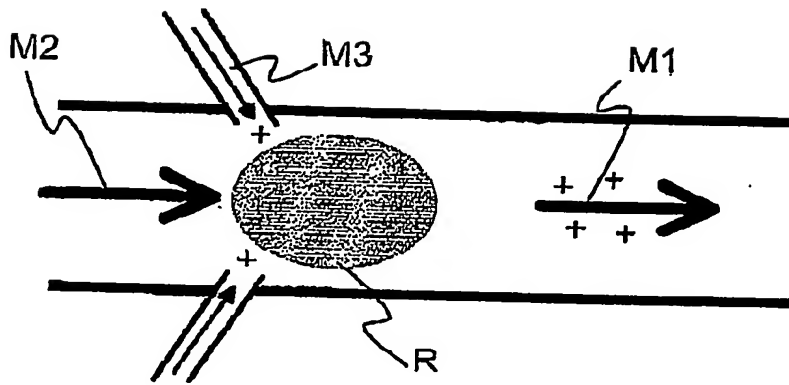


Fig. 1

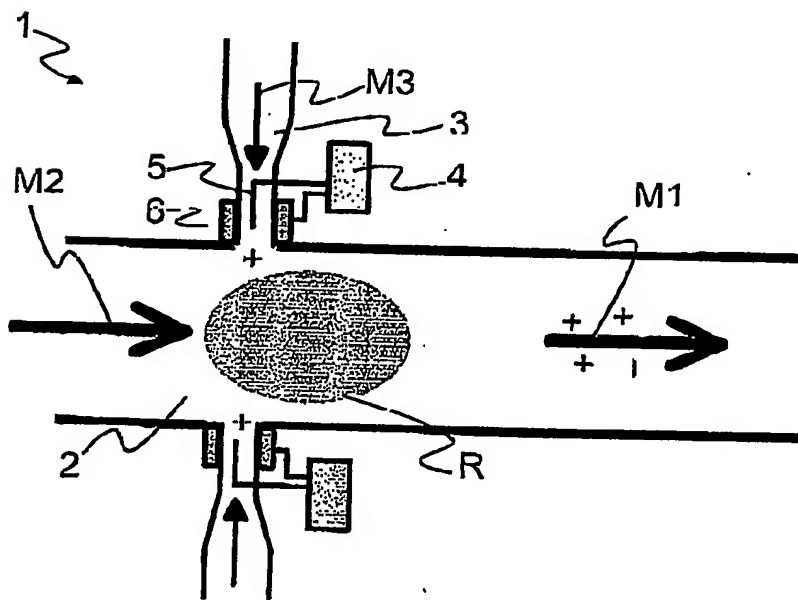


Fig. 2

24

2

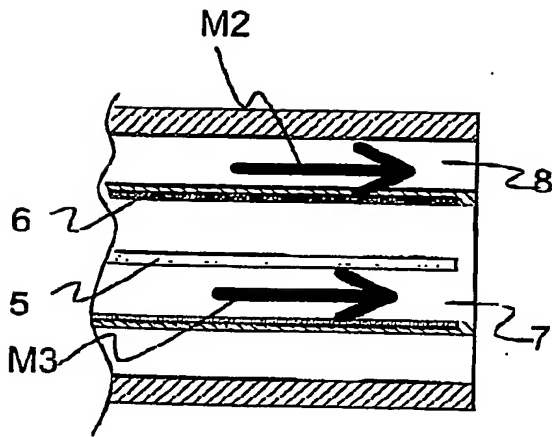


Fig. 3a

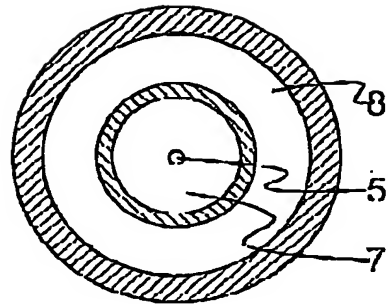


Fig. 3b

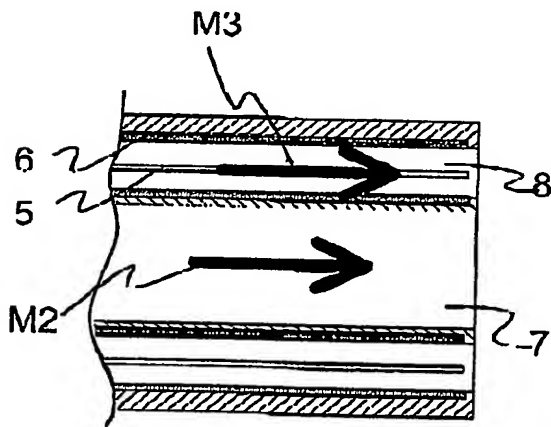


Fig. 4a

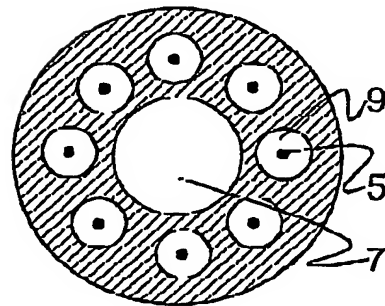


Fig. 4b

24

3

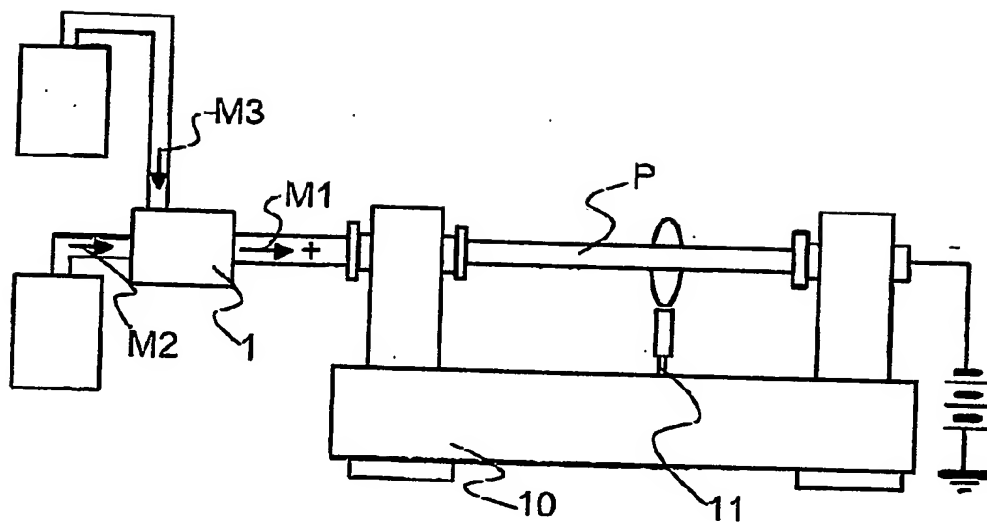


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.